

La restauración del Tesoro del Delfín y el diseño de su sistema expositivo: tratamientos y criterios

The Restoration of the Dauphin's Treasure and its New Display System: Treatments and Criteria

EL TESORO DEL DELFÍN ES UNA JOYA SINGULAR DENTRO del Museo del Prado, pues recoge un conjunto de obras suntuarias que forman una colección completa en sí misma, mostrando la herencia recibida por Felipe V de su padre, Luis de Francia, el Gran Delfín¹.

En 2018 se trasladó el conjunto a una nueva sala expositiva, en la que, aparte de mostrar su belleza indiscutible, también se deseaba transmitir el prestigio y el valor otorgado a este tipo de colecciones. Hoy día, en plena época posindustrial, en la que se ha abaratado y democratizado el acceso a los objetos suntuarios, al público le cuesta imaginar el valor que tuvieron estos vasos ricos en el siglo XVII. Los minerales, la orfebrería, los esmaltes, los vasos realizados con materiales únicos y exóticos fueron atesorados por monarcas y nobles en colecciones privadas, que revelaban a sus poseedores como personas cultivadas y poderosas, además de acaudaladas².

En el proyecto de la nueva sala expositiva, el Departamento de Restauración participó en dos vertientes: por un lado, en la restauración del conjunto y en su estudio técnico y, por otro, indicando los requisitos técnicos necesarios en el diseño de la vitrina para la óptima conservación de las piezas.

Durante cuatro años, de 2014 a 2018, se llevó a cabo la restauración de las piezas del Tesoro³, tanto de los vasos ricos como de sus estuches. La estrecha colaboración establecida entre el Departamento de Restauración y el Gabinete de Documentación Técnica y Laboratorio, junto al Departamento de Conservación de Escultura y Artes Decorativas, permitió definir tratamientos específicos para las piezas, profundizar en el conocimiento técnico e histórico de la colección y realizar un completo estudio de los materiales, las estructuras y sus montajes.

Detallar las intervenciones de los 143 vasos ricos y 124 estuches —muchos de ellos con características y necesidades específicas—, así como los pormenores y descubrimientos a los que accedimos gracias a la cercanía que permiten los trabajos de restauración, excedería los límites del presente trabajo. En este artículo describiremos los criterios seguidos a la hora de determinar los tratamientos realizados⁴, en los que se ha priorizado el mantenimiento de las marcas dejadas por su historia, la pátina y, por encima de todo, la conservación de los materiales originales. Finalmente, se puntualizarán los requisitos exigidos en el complejo diseño de la nueva vitrina, elemento fundamental para la conservación preventiva de la colección.

Las piedras ricas

La denominación «piedras ricas» o «piedras duras» engloba una gran variedad de piedras compactas, de colores variados, que permiten un buen pulimento⁵. Sin atender estrictamente a su dureza, son apreciadas por su colorido, belleza y rareza⁶. Entre las encontradas en el Tesoro, se pueden diferenciar dos grupos principales: las piedras duras coloreadas y el cuarzo hialino, también conocido como cristal de roca.

El estado de conservación de estos vasos ricos aporta información sobre su historia y su uso; roces, arañazos e incluso golpes pueden ser indicadores de las vicisitudes que han vivido. Si tomamos como ejemplo el *Vaso de la Montería* (O-79) y el *Vaso con escenas del Génesis y el Éxodo* (O-82), dos obras maestras de cristal de roca, podemos observar que el primero conserva la transparencia y el pulido originales, mientras que el cuarzo del segundo presenta un aspecto blanquecino producido por una abrasión en la superficie del interior. Posiblemente, este desgaste esté relacionado con antiguas y sucesivas limpiezas, lo cual indica que en algún momento debió tener una utilidad práctica como contenedor de algún líquido, en tanto que el *Vaso de la Montería* conserva su transparencia original, ya que su único uso fue el de ser exhibido como una joya. En el primer caso, con el fin de preservar la información histórica que aporta la obra, no se han realizado pulimentos para recuperar el brillo, por lo que la abrasión interior se ha mantenido tal como estaba. Sirva esto a modo de ejemplo para explicar por qué los daños, como fracturas, fisuras, deformaciones, pérdidas, etcétera, no han de repararse, sino que deben permanecer como testigo histórico, salvo que afecten a la estabilidad de la obra o impidan su percepción.

Previamente a la intervención, se revisaron los fragmentos desubicados que se encuentran inventariados en el museo. En el caso de los realizados con cuarzo hialino, todos se pudieron reintegrar a la pieza a la que pertenecían. Destacan dos obras que recuperaron su integridad: el mencionado *Vaso de la Montería* (O-79) y la *Salvilla de cristal con borde lobulado* (O-108). Ambos habían perdido el pie, por lo que se exhibían sobre soportes de metacrilato. Tras su restauración, se exhiben completos de nuevo, sobre sus bases originales.

Tratamientos de restauración

Entre los problemas que presentaban las piedras destacaban la suciedad superficial —restos de productos de intervenciones anteriores (fig. 1)— y las fracturas con antiguas reparaciones. La limpieza superficial se realizó de forma suave, utilizando hisopos de algodón impregnados de agua destilada, jabones neutros o disolventes orgánicos, como etanol 96° o acetona. Se evitaron los baños o inmersiones, ya que no permiten precisión en la actuación del disolvente, y los secados con estufa, porque las variaciones térmicas producen dilataciones y contracciones que pueden acentuar las microfisuras o incluso generar nuevas. Además, en los casos en los que no es posible extraer la piedra de la orfebrería que la decora, los cambios de temperatura pueden afectar al metal y los esmaltes. Por último, el secado y la eliminación de los restos de humedad se llevaron a cabo con alcohol o acetona, que desplazan el agua y, al ser más volátiles, secan la pieza a temperatura ambiente.

En este proceso de limpieza, el cristal de roca requirió una intervención aún más minuciosa. Su estructura transparente permite que la luz tome el tono de color de los materiales con los que está en contacto, por eso las masillas originales utilizadas para sujetar algunos engarces eran blancas⁷, proporcionando al cuarzo una luminosidad incolora. La suciedad y los adhesivos envejecidos amarillentos contaminaban esa luz con un tono grisáceo amarillento, haciendo que la pieza perdiera en gran medida su luminosidad. Con el fin de recuperar la luz clara y la transparencia propia del cuarzo, se realizó una limpieza exhaustiva con un binocular para retirar la suciedad y los adhesivos de todos los recovecos.

Fracturas y adhesiones

Otro de los principales problemas que presentaban las piedras duras fueron las antiguas intervenciones sobre las fisuras y las fracturas⁸. Los adhesivos se encontraban envejecidos, pues el paso del tiempo los endurece y los hace más frágiles, y la oxidación los amarillea. Se retiraron los que habían perdido su capacidad adhesiva, pero se conservaron aquellos que mantenían su estabilidad o cuya retirada pudiera dañar la piedra.

Atendiendo a su reversibilidad, se pueden diferenciar dos tipos: solubles e insolubles. Del primero encontramos colas proteínicas y adhesivos nitrocelulósicos,



a



b



c

i. *Venera de jaspe con caracol en la tapa (O-54)*

a. y b. Anverso y reverso de una de las chapas de cobre esmaltado que decoran la venera. Las flechas señalan las marcas incisas existentes que sirven para indicar la posición correcta de cada pieza en el montaje. Tras la intervención, se ha conservado la pátina protectora oscura del metal, ya que al quedar oculta no afecta a la estética del conjunto.

c. Al desmontar las cabezas de los tornillos —de turquesas en cabujón—, que sujetan las chapas con las decoraciones de esmalte, aparecieron restos de suciedad, como arcillas blancas y fibra de vidrio, procedentes de limpiezas anteriores.

que se disolvieron con agua destilada o acetona y se retiraron con relativa facilidad; y del segundo, resinas epoxi, que presentan mayores problemas de reversibilidad, ya que tras la polimerización no son solubles en ningún disolvente químico. Este era el adhesivo más abundante y, como dijimos anteriormente, afecta especialmente a la luminosidad del cuarzo.

En un primer momento las resinas son transparentes, pero con el paso del tiempo sufren un proceso de oxidación que en pocos años las vuelve opacas y de color amarillo ocre, aunque mantienen su dureza y su capacidad estructural. Algunos disolventes las debilitan reblandeciéndolas momentáneamente, pero sin llegar a disolverlas. También, como es un material termosensible, el calor las reblandece, no obstante se descartó calentarlas debido a que los materiales cristalinos se pueden fisurar y fracturar por las contracciones y dilataciones térmicas.

Las resinas, aunque envejecidas, mantenían su dureza, así que con el fin de eliminarlas sin arrancarlas, se recurrió al uso de disolventes para reblandecerlas progresivamente de manera superficial. El proceso consistió en extender el disolvente con un pincel sobre la zona a tratar y, tras unos minutos, cuando la superficie se reblandecía ligeramente, se iban cortando láminas finas con un bisturí. Así, capa a capa, se fue rebajando la resina epoxi hasta que quedó una última piel que se retiró suavemente⁹.

La unión de las piezas fracturadas se realizó con dos tipos de adhesivos en función de la carga estructural que debían soportar. Cuando era ligera, se emplearon adhesivos como Paraloid B-42 o nitrocelulósicos, que son fácilmente reversibles, transparentes y no amarillean, pero tienen poca fuerza de adhesión en materiales poco porosos. Para la unión de la tapa de cuarzo fracturada en dos partes de la *Urna con dos picos y busto de mujer* (O-95), se usó adhesivo nitrocelulósico, ya que los dos fragmentos quedaban apoyados uno contra otro cuando estaban colocados sobre su moldura de oro. En este caso, el adhesivo solo mantenía las piezas en su sitio, sin ejercer fuerza estructural.

Cuando es necesario ensamblar firmemente los fragmentos de uniones que deben soportar peso o una fuerza constante, hay que utilizar adhesivos más resistentes. Los minerales suelen presentar superficies muy lisas y compactas que dificultan que los adhesivos se adhieran con firmeza, porque no pueden anclarse en recovecos o poros. En estos casos, la resina epoxi es la

2. *Barco de cristal con un dragón, dos bichas y ruedas (O-115)*
Detalle de la barandilla de popa realizada en plata dorada. El deterioro de las antiguas protecciones ha ocasionado que la sulfuración de la plata migre a la superficie provocando manchas oscuras irregulares sobre el oro.



que mejor garantiza una unión firme y estable. Su calidad ha avanzado mucho y, aunque el amarilleamiento por oxidación se ha controlado, es un material que sigue presentando una difícil reversibilidad, por lo que su uso se limita puntualmente a uniones que necesitan de fuerzas estructurales¹⁰.

Para aumentar el margen de reversibilidad, las uniones con epoxi se hicieron por puntos. Con este sistema, la resina no se extiende por toda la fractura, sino que se aplica a una serie de puntos considerados de fácil acceso para facilitar la reversibilidad de la unión. Este tipo de juntas deja líneas de fractura más visibles, pero la merma estética merece la pena en aras de la conservación de la obra.

Dentro de estas valoraciones sobre la dureza y la reversibilidad de los adhesivos, en algunas ocasiones se consideró necesario llevar a cabo una unión completa de los fragmentos. Es el caso del *Vaso de la Montería* (O-79), cuyo pie se fracturó en los traslados que se realizaron durante la guerra civil, los fragmentos se guardaron con la tapa, separados del vaso. Tras la guerra se asumió que solo se conservaba el cuerpo, y así ha sido expuesto hasta la actualidad. Afortunadamente, se han podido identificar los fragmentos que se preservaban en los almace-

nes del museo, lo que ha permitido reunir de nuevo todo el vaso durante la restauración.

En casos como este era importante recuperar por completo la estabilidad estructural del pie, razón por la cual se pegaron los fragmentos con resina epoxi, logrando así una unión extremadamente fuerte. No obstante, la reversibilidad se redujo, pero era necesaria para la conservación, ya que un fallo del pie podría hacer caer la obra.

Otro de los criterios seguidos en la restauración del Tesoro ha sido evitar las reintegraciones volumétricas, con el fin de no modificar ni recrear la apariencia de los vasos. Únicamente se realizó una réplica del fuste del pie del *Vaso en forma de copón con tres ninfas y un remate con sátiro desaparecido* (O-50), utilizando tecnología 3D a partir de una antigua fotografía; en este caso particular, esta pieza era necesaria como soporte para sujetar los fragmentos que se conservan. Para el *Vaso de cristal en forma de barco con Neptuno sobre un delfín* (O-117), del que solo se preservan ocho fragmentos, se optó por la fabricación de una estructura que sostuviera cada segmento volado en su lugar, que se colocó dentro del estuche abierto para permitir al espectador entender cómo era el volumen del vaso original.



La orfebrería y los metales

La orfebrería es uno de los componentes que más destaca en las piezas del Tesoro. El juego del brillo metálico sobre las piedras crea figuras y filigranas que, además de su función ornamental, sirven para sostener, articular y proteger las piezas.

Durante la restauración se analizaron todos los metales y aleaciones empleados en la fabricación de los vasos¹¹. Los resultados se utilizaron en tres líneas de investigación: por un lado, permitieron caracterizar los metales del siglo XVII y conocer las aleaciones y las técnicas metalúrgicas del momento; por otra parte, se asoció cada metal o aleación con el uso de cada pieza; y, por último, proporcionaron información para precisar los tratamientos de restauración específicos para cada metal.

La orfebrería del Tesoro está realizada, en su mayoría, en oro de veintiún quilates, con algunas piezas de

diecinueve, una pureza elevada para la época. En el siglo XVII, las técnicas metalúrgicas no permitían separar completamente los metales extraídos de las menas ni eliminar las impurezas que contenían, aunque no se puede descartar que la presencia de otros metales o trazas fuera intencionada ni que estos se añadieran con el fin de obtener aleaciones más duras o maleables¹².

En las ornamentaciones la plata siempre aparece en un juego de contraste con el oro, como es el caso del *Jarro de cristal con Narciso y Eco* (O-77), en el que la plata se reserva para la piel de las figuras de Narciso y Eco y el oro para el cabello. La mayor parte de la plata que encontramos está dorada al mercurio o «a fuego», proceso mediante el cual la plata queda cubierta por una capa de oro de micras de grosor¹³.

Cuando las obras de bronce se utilizaban como ornamentación, siempre se doraban al mercurio. Es un metal más duro que el oro y la plata, por lo que se usaba

3. *Copa de jaspe abarquillada con dragón* (O-3)

Vista de las piezas de la copa desmontadas tras su restauración. El vástago de hierro, que se cierra con una tuerca, actúa como eje principal y en él se ensartan las decoraciones de oro, la cuenta y el pie de piedra. En el extremo de la cola del dragón se aprecia el tono grisáceo del oro tras la retirada de una soldadura blanda.

4. *Copa de heliotropo con cabezas de leonas* (O-49)

a. Arandela de oro esmaltado fracturada; los fragmentos se sujetaron con puentes de malla acrílica, que permiten ligeros movimientos.

b. Montaje del nudo de oro esmaltado (la flecha indica la posición de la arandela). La flexibilidad de los puentes de malla acrílica ha permitido introducir los tetones en la pieza inferior.

en piezas estructurales que tenían que soportar peso. Es el caso de la *Bandeja oval de heliotropo con retícula octogonal* (O-24), en la que las diecisiete piezas de heliotropo que la componen están sujetas en una estructura doble en forma de caparazón de tortuga, que cuando se encaja mantiene cada pieza en su sitio. La doble estructura está hecha de bronce dorado al mercurio, que puede soportar el peso de las piedras sin deformarse; el peso total del conjunto es de 3,658 kg. El resto de las ornamentaciones, de oro, esmalte y aljófares, van sujetas a la estructura de bronce mediante tornillos, tuercas y alambre.

El bronce sin dorar se encuentra en vástagos, tuercas y soportes internos, pero las piezas que realizan más fuerza estructural son de hierro. Los vasos con pie alto llevan un vástago de hierro interno que actúa como un eje en el que se engarzan las cuentas de piedra junto con las ornamentaciones (véase fig. 3).

Fracturas y deformaciones

Durante su vida y avatares estas piezas sufrieron daños, fracturas y deformaciones, y fueron reparadas con criterios y materiales de distintas épocas. Se encontraron uniones realizadas con soldadura blanda¹⁴, pero, al utilizarse en estas pequeñas piezas, como el punto de sutura era tan reducido y la soldadura, como su nombre indica, «blanda», no tenían suficiente fuerza y muchas estaban rotas de nuevo¹⁵ (fig. 3). Aplicada sobre oro o piezas doradas, la soldadura se introduce en el metal y mancha de color gris, de forma que resulta imposible recuperar el tono dorado. En estos casos se retiraron



a



b

los restos de forma mecánica, hasta recuperar la superficie original, y luego se reintegró cromáticamente. También se encontraron distintos adhesivos de intervenciones más cercanas —entre los que destacaba la resina epoxi—, que se conservaron o retiraron siguiendo los mismos criterios aplicados a los minerales.

No se ha intentado recuperar la forma original de las piezas metálicas deformadas, ya que los movimientos pueden provocar microfisuras e incluso fracturas. Cuando estas deformaciones impedían que las piezas encajaran correctamente, se utilizaron uniones flexibles de mallas acrílicas y resina epoxi. Este fue el caso de la *Copa de heliotropo con cabezas de leonas* (O-49) (fig. 4), pues en el nudo de las leonas se encontró una arandela esmaltada fracturada en cuatro piezas, que posiblemente se rompería al forzarla para introducir los tetones que lleva en los orificios de la pieza inferior. Tras retirar la resina epoxi que bloqueaba el grupo, se

observó que, debido a la deformación de la arandela, los tetones no encajaban en los orificios, por lo que se utilizaron puentes de malla acrílica adheridos en cada extremo con puntos de adhesivo, con el fin de sostener cada fragmento en su sitio y aportar flexibilidad para encajar correctamente los tetones y a la vez mantener la deformación. La estructura es flexible y ha permitido recuperar el montaje y desmontaje de la obra.

Oxidaciones y limpieza

Uno de los problemas que presenta la restauración de orfebrería es la dificultad de acceder a los recovecos y las zonas inaccesibles. Afortunadamente, estas obras estaban pensadas para poder desmontarse, aunque en algunos casos no fue posible debido a su estado de conservación. Las que se pudieron desmontar facilitaron en gran medida su intervención.

La suciedad más abundante procedía de antiguas limpiezas, como arcillas rojas y blancas, restos de fibra de vidrio y otros abrasivos (fig. 1). Estos se retiraron suavemente con pinceles de pelo de marta y disolventes como etanol o xilol, que actuaban como lubricante evitando que arañaran la superficie de nuevo.

La oxidación es el principal problema en la conservación de los metales, con la excepción del oro. El oxígeno del aire junto a compuestos orgánicos volátiles (COV)¹⁶ en presencia de humedad ambiental —que actúa de electrolito— causan la oxidación del metal¹⁷, produciendo una corrosión superficial, que puede ser estable o inestable, pero que siempre afecta a la estética del objeto.

La plata y el bronce dorados también sufren esta oxidación, ya que, aunque la capa de oro es protectora, también es porosa y permite que los óxidos metálicos migren al exterior, empañando y oscureciendo la superficie (fig. 2). Tradicionalmente, este oscurecimiento y pérdida de lustre se eliminaba frotando las superficies con pastas hechas con arcillas, blanco de España o yeso mezclado con ácidos como el limón o el vinagre. Estas producían una abrasión superficial que retiraba la corrosión depositada sobre el metal, que recuperaba así su brillo y lustre, pero, sin embargo, también retiraba una fina capa metálica. Limpieza tras limpieza, las superficies se han ido desgastando, llegando en algunos casos a perder detalles en los relieves.

Estas abrasiones perjudican especialmente a la plata y el bronce dorados, ya que las sucesivas limpiezas

reducen poco a poco el grosor de la fina capa de oro, facilitando y acelerando la oxidación del metal subyacente, lo que incrementa la necesidad de nuevas limpiezas. En algunos casos, la capa de oro llega a ser tan ligera que el dorado toma el color rojizo del bronce o el amarillo blanquecino de la plata.

En este proyecto se ha evitado, siempre que ha sido posible, el uso de pulimentos, ya que dañan la pátina, sobre todo la del oro. En el siglo XVII, la capacidad para separar los distintos metales era limitada, por lo que las aleaciones contenían muchas impurezas. Las piezas de oro del Tesoro presentan trazas, en su mayor parte, de plata y cobre. La oxidación superficial de estas impurezas aporta al oro el tono ocre rojizo propio de las piezas antiguas. Se trata de una pátina estable que se debe conservar, pero, al ser muy fina, una suave abrasión la puede eliminar fácilmente. La limpieza con pulimento retira esa pátina histórica y hace que la pieza adquiera un aspecto de oro de reciente producción.

Por esta razón, en las limpiezas de los metales se ha priorizado el uso de disolventes orgánicos sobre los pulimentos. Además, cuando se encontraron oxidaciones estables en zonas ocultas no se retiraron, ya que forman pátinas protectoras sobre el metal que evitan la necesidad de aplicar productos de protección, como en el caso de las producidas en las traseras de las decoraciones de esmalte realizadas sobre chapas metálicas (fig. 1).

Protecciones

La plata es el metal que presenta mayores problemas de conservación. Se sulfura en poco tiempo, tomando un color gris oscuro tornasolado que gradualmente se vuelve negro. El metal se oxida en contacto con el oxígeno del aire, los COV y la humedad. Para evitarlo, se aplican películas de protección que actúan como barrera y mantienen la plata brillante y estable¹⁸. Sin embargo, con el paso del tiempo es necesario reemplazar estos productos, pues se oxidan, amarillean y oscurecen, y en determinados casos se craquelan, perdiendo así su capacidad protectora y permitiendo una oxidación irregular en algunas zonas.

En función del deterioro de las protecciones, algunas piezas de plata dorada presentaban manchas irregulares producidas por las sulfuraciones (fig. 2). Los productos se retiraron con acetona, tras lo cual las man-

5. *Jarro cilíndrico de cristal con tapa* (O-73)

Orfebrería articulada de plata dorada que decora y sujeta el vaso de cristal. Las flechas indican la ubicación de un pasador que abre y cierra la estructura de orfebrería —articulada en tres bisagras— que permite desmontar el vaso y que, por tanto, facilita el acceso a todas las zonas de la pieza para su restauración.



chas se eliminaron de manera puntual mediante hisopos de algodón con arcilla Prelimp, actuando solo sobre las partes sulfuradas, para evitar producir una abrasión sobre las zonas que no lo requerían y así conservar la pátina. En algunos casos, los sulfuros se encontraban en las capas de protección y únicamente fue necesaria una limpieza con acetona.

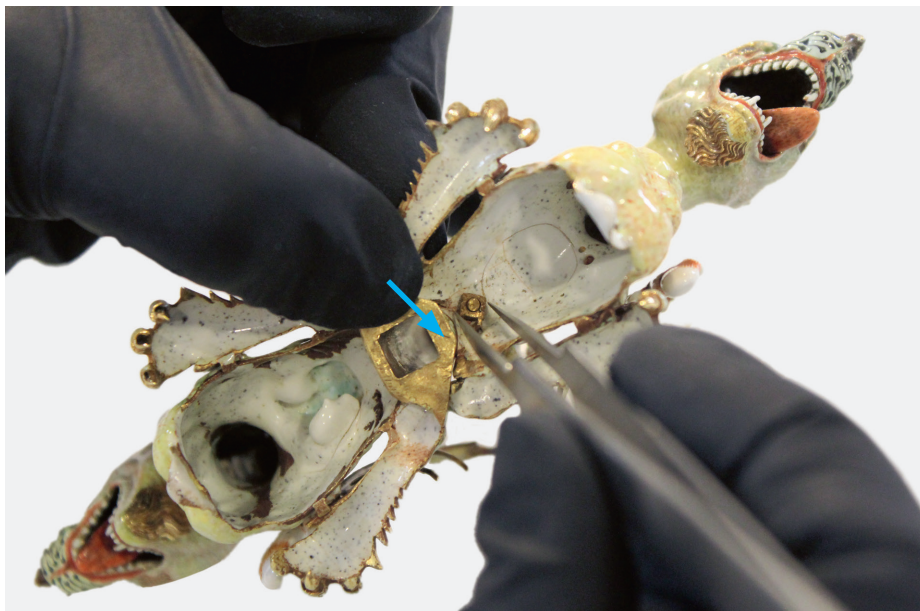
Para seleccionar las nuevas protecciones se valoraron las necesidades de cada metal: el oro, al no oxidarse, no requería ninguna; lo mismo que las piezas de bronce dorado, pues tenían pátinas estables y protectoras sin zonas de corrosión activa; tampoco las varillas y tuercas de hierro. Solamente fue imprescindible el uso de protectores en los elementos de plata y plata dorada, ya que presentaban problemas de oxidaciones y un oscurecimiento superficial. Se escogió laca nitrocelulósica¹⁹ debido a su transparencia, brillo y estabilidad, además de estar muy probada como protectora de plata. La caracterización de todas las piezas metálicas permitió aplicar las protecciones solo sobre las de plata y plata dorada, evitando utilizarlas sobre los metales que no las precisaban.

Estructuras y sistemas de ensamblaje

Las ornamentaciones y las estructuras metálicas de los vasos del Tesoro del Delfín se pueden montar y desmontar de manera, más o menos, sencilla. Poder desarmar las piezas que componen un vaso permitía realizar reparaciones de piezas golpeadas, deformadas, o cambiar incluso fragmentos estropeados, además facilitaba su limpieza o un mantenimiento periódico.

En el Tesoro se diferencian dos tipos de ensamblajes: los articulados con bisagras y los sujetos mediante machihembrados, tornillos o tuercas. Aunque lo habitual es encontrar los dos sistemas combinados en una misma pieza²⁰.

En los sistemas articulados se utilizan bisagras y pasadores, que permiten abrir y desplegar las estructuras para desmontar los elementos de piedra. Un ejemplo es el *Jarro cilíndrico de cristal con tapa* (O-73), que tiene tres bisagras (fig. 5). El segundo sistema, el más frecuente en la colección, consiste en piezas que encajan unas dentro de otras, con machihembrados o tetones determinando su posición. Las piezas se sujetan entre ellas con varillas roscadas, tuercas y tornillos (fig. 6). Las cabezas visibles



6. *Taza de lapislázuli con dragones y niño (O-2)*

Proceso del montaje de uno de los dos dragones de oro esmaltado que se insertan en el vástago de la pieza.

La marca «X» (indicada con una flecha) muestra la posición correcta del dragón en la taza; la varilla roscada y la tuerca de oro que lo sujeta también están numeradas.

En el interior de la figura se aprecia el contraesmaltado con imperfecciones de color producidas por impurezas en la pasta vítrea.

se enmascaran de forma ingeniosa con piedras preciosas y esmaltes, para que pasen desapercibidas como parte de la decoración (figs. 1c y 7).

Numerosas piedras y camafeos se sujetan mediante un cerco con pestañas, que se pliega sobre el borde trasero para sostener la pieza dentro de su marco. En origen, estas pestañas se doblaban fácilmente debido a que el metal estaba maleable, pero con el paso del tiempo se han endurecido y han adquirido mayor rigidez, por lo que en la actualidad se encuentran frágiles y si se desmontan se puede provocar una rotura.

Muchas de las piezas están identificadas con números romanos o marcas que indican su ubicación correcta. Durante la restauración, al desmontar algunos vasos, se encontraron piezas que estaban mal ubicadas, se procedió a situarlas según las marcas y en todos los casos encajaron de una forma más precisa y armoniosa (fig. 7).

El uso, o mal uso, de estas obras, así como los traslados, golpes o accidentes deformaron algunas piezas. En la intervención no se intentó recuperar sus formas originales, porque enderezarlas podría provocar fisuras internas e incluso fracturarlas completamente. También, debido al uso, las juntas y los ensambles presentaban holgura, permitiendo ligeros movimientos. En restauraciones anteriores se sujetaron con adhesivos, con el fin de dar más solidez al conjunto, pero estos

bloqueos complican las labores de conservación. En este proyecto se han recuperado, siempre que se ha podido, las articulaciones y los sistemas originales, ya que, aunque las estructuras antiguas pueden parecer más débiles debido a los movimientos, las piezas se mantienen estables. Además, hay que tener en cuenta que son obras de museo que están expuestas en soportes extremadamente firmes. Tras la restauración, la mayoría de los sistemas de montaje han recuperado su función, posibilitando que los vasos ricos se puedan montar y desmontar tal y como fueron diseñados.

Los esmaltes

La mayoría de la orfebrería del Tesoro está decorada con esmaltes de variados colores y minuciosos dibujos, son miniaturas que solo se pueden apreciar a corta distancia. En muchos casos cubren completamente las obras realizadas en oro, lo que demuestra que durante la época moderna su cotización fue mayor que la de este metal precioso.

Técnicas de esmaltado

El esmalte es vidrio, una mezcla de sílice con un fundente y sosa²¹. Y, como el vidrio, puede ser transparente u opaco, además de coloreado. Los colores se obtienen

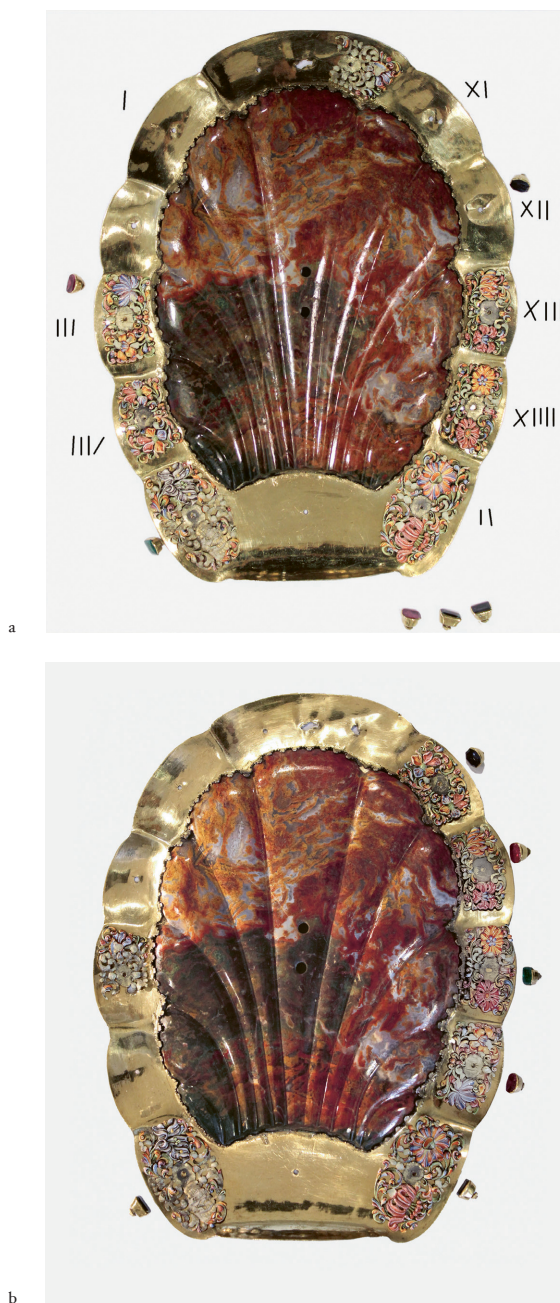
añadiendo distintos óxidos metálicos durante la preparación de la pasta vítrea. La fabricación de los esmaltes²² es un proceso complejo que cada esmaltador elabora en su taller, con recetas afinadas por la propia experiencia.

Existen tres tipos de técnicas de esmaltado: *champlevé* o excavado, *cloisonné* o tabicado y el pintado sobre chapas de metal. Este último es el que encontramos en la decoración del Tesoro, aplicado tanto sobre chapas lisas como sobre bulto redondo. También encontramos bajorrelieves realizados en el propio metal cubiertos con un esmalte transparente que permite ver el diseño subyacente.

El esmalte se puede emplear sobre distintos tipos de metales, aunque unos son más adecuados que otros atendiendo a su oxidación, ya que durante las cocciones el calor del horno acelera la corrosión de la base metálica produciendo puntualmente óxidos metálicos, que causan imperfecciones de color en forma de pequeñas manchas o pecas (fig. 6). La plata, el cobre o sus aleaciones requerían una limpieza completa mediante baños ácidos para eliminar cualquier resto de óxido, y el esmalte se aplicó cubriendo completamente el metal para evitar su oxidación.

Como ya hemos indicado, el oro es el único metal que no se oxida, por eso se utilizaba como base cuando se esmaltaba sobre figuras de bulto redondo, en las que únicamente quedaban al descubierto zonas mínimas de metal. Sirva de ejemplo la *Taza de lapislázuli con dragones y niño* (O-2), en la que todas las figuras que componen la orfebrería son de oro esmaltado y los colores cubren la mayoría de la superficie, excepto en pequeños detalles, como en la aleta dorsal y el borde de los ojos de los peces (fig. 8), donde se muestra el oro. Cuando esmaltaban sobre metales oxidables, cubrían completamente la superficie, como es el caso de las numerosas decoraciones —de chapas de bronce o latón recortadas en formas complejas— que encontramos sujetas, mediante tornillos o tuercas, a las estructuras doradas (figs. 1 y 7).

La preparación del esmalte era compleja: en los días previos a la intervención se molía la mezcla vítrea hasta alcanzar un polvo fino, que se manejaba y conservaba en agua durante pocos días, ya que la parte alcalina se disuelve e impide la fusión. Un esmalte turbio, punteado, no homogéneo, con acumulaciones, zonas opacas o con poros era señal de una mala preparación. Los colores se iban obteniendo mediante el añadido de distintos óxidos metálicos a la mezcla.



7. *Copa arvenrada de jaspe con caracol en la tapa* (O-54)
La tapa, vista desde arriba, antes y después de su restauración. Las chapas decorativas se sujetan mediante tornillos con cabezas decoradas con cabujones de diferentes piedras.

Al desmontar la tapa, se observaron unas marcas —transcritas al lado en negro (a)— en las chapas, las tuercas y los orificios que indicaban su correcta ubicación en la pieza; se montaron de nuevo siguiendo la posición señalada y todas las partes quedaron correctamente encajadas (b).



a



b

8. *Taza de lapislázuli con dragones y niño* (O-2)

Parte inferior del nudo de la taza antes y después de su restauración. En la primera imagen (a) se aprecia suciedad superficial y restos de productos de limpieza blanquecinos y rojizos, así como resina epoxi en la garganta, el lomo y la aleta del pez; en la segunda (b) se percibe el brillo recuperado en el esmalte y el oro, visible en el borde del ojo y en la aleta del pez.

La fusión del polvo en pasta vítrea —el esmalte— se realizaba en hornos abiertos porque permitían supervisar el proceso. Algunas piezas de bulto redondo, como los peces de la *Taza de lapislázuli con dragones y niño* (O-2), conservan el inicio del mango de oro que utilizaron para meter las piezas en el horno y recortaron cuando terminaron el esmaltado.

Cuando la temperatura alcanzaba entre 600 y 800 °C, se producía la fusión, adquiriendo el esmalte una textura viscosa, y se debía retirar del horno. Era necesario alcanzar suavemente la temperatura, para prevenir choques térmicos bruscos, y, por lo mismo, el enfriamiento también debía ser lento²³, ya que un golpe de aire podía fracturar o hacer saltar el esmalte, así como deformarlo dado el diferente coeficiente de dilatación entre el metal y el vidrio, pues la base metálica se contrae más lentamente que el vidrio y la pieza tiende a curvarse. Con el fin de evitarlo, era importante limitar el espesor del esmalte y, en algunos casos, seguir además el proceso de contraesmaltado o esmaltado doble, que consiste en aplicar esmalte por las dos caras del metal para equilibrar las deformaciones (figs. 4a y 6).

En los esmaltes pintados, la primera capa que cubre completamente el metal es blanca y opaca, y luego se aplican las de colores. Los colores se depositan en polvo —o aglutinados con gomas si se utiliza un pincel— y cada uno requiere una fusión propia al horno. La sucesión de capas debe producir un esmalte con un espesor homogéneo y uniforme y se debe evitar que cada capa de color se mezcle con la inferior, para lograr una pincelada nítida y en relieve. Destacan por su variedad de colores los esmaltes que decoran la *Copa de jaspe abarquillada con dragón* (O-3) (fig. 3), en la que cada una de las minúsculas escamas que cubren el dragón está realizada en cuatro o cinco colores.

Restauración del esmalte

Los esmaltes presentaban la misma suciedad generalizada que los otros materiales y, además, estaban cubiertos en gran parte por los antiguos barnices y las protecciones destinados a los metales. Estos productos se endurecen y contraen con el paso del tiempo y pueden generar cazoletas que tiren del esmalte. Se retiraron utilizando disolventes orgánicos, acetona y etanol, siempre con un binocular para controlar el desprendimiento de cualquier pequeña partícula (fig. 9).

Muchos de los esmaltes tenían fisuras, fracturas y pérdidas causadas por golpes o deformaciones, ya que el movimiento del metal, al ser más flexible, provoca que el vidrio, más rígido, se rompa y se desprenda. Es prácticamente imposible detectar cuándo se fisura un esmalte y comienza a separarse de la base metálica, por eso es tan importante trabajar con lupas y así evitar presiones involuntarias.

9. *Salvilla de pie alto de heliotropo*
(O-11)

Detalle de una de las piezas del vástago central en la que se aprecia la fractura y el desprendimiento de uno de los esmaltes. Este ha quedado sujeto con un punto de adhesivo tras la restauración.



Debido a los diferentes coeficientes de dilatación entre el metal y los esmaltes, durante la restauración se evitaron las fluctuaciones de temperatura, así como el uso de disoluciones ácidas o alcalinas, ya que al contacto con el vidrio estas pueden iniciar un tipo de degradación, denominada *crizzling* o vidrio húmedo, que disuelve y microfractura el vidrio hasta su descomposición²⁴. La presencia de COV en la atmósfera también puede desencadenar estos procesos, por lo que es importante llevarlos a cabo en ambientes limpios.

El tratamiento más delicado fue la retirada de las resinas epoxi aplicadas sobre el esmalte, que se encontraban envejecidas y amarillentas, pero mantenían la fuerza adhesiva, por lo que al intentar despegarlas podían desprender el esmalte. Para eliminarlas suavemente se empleó el mismo sistema que explicamos en los metales, pero utilizando dimetil sulfóxido²⁵, que, aun cuando actuaba lentamente, garantizaba la estabilidad del vidrio.

Conservación

Los esmaltes se mantienen estables en un ambiente limpio de COV y evitando fluctuaciones de temperatura y vibraciones. En la restauración no ha sido necesario aplicar capas de protección sobre los esmaltes gracias al nuevo sistema expositivo, pues la estabilidad y la limpieza del aire garantizan su conservación. Además, las protecciones crean un brillo homogéneo y de aspecto plástico, que deslucen en gran medida los reflejos y colores

de estas piezas. Tras la intervención se ha recuperado el juego que se produce entre el brillo metálico del oro y el del esmalte, resaltando con más intensidad los colores.

Los estuches

La mayor parte de la colección de estuches del Tesoro nunca había sido intervenida²⁶, y conservaba el envejecimiento propio de su historia. En 1813, cuando las tropas francesas robaron el Tesoro, se llevaron los vasos ricos, pero dejaron atrás los estuches. Debido al desinterés mostrado por las tropas napoleónicas, el conjunto se ha conservado prácticamente completo, manteniendo las técnicas y acabados originales²⁷.

Al valor histórico que tiene esta colección²⁸, hay que añadir la información que aportan los estuches al estudio de las piezas del Tesoro. En el caso de las obras que fueron robadas o extraviadas, gracias a los estuches podemos conocer su tamaño y forma aproximada; como en los vasos que han perdido piezas, los roces y las marcas que dejaron en los forros nos permiten acercarnos a las formas originales. También revelan datos sobre los denominados matrimonios²⁹, aquellas obras que fueron modificadas con piezas de otros vasos y cuyos estuches denuncian las partes que no se corresponden con el original. Durante la restauración se consideró un requisito conservar las marcas y las formas, ya que pueden aportar nueva información tanto ahora como en un futuro.

Manufactura de los estuches

La mayoría de los estuches se componen de dos piezas encajadas entre sí, aunque el número depende de la complejidad de la forma del vaso, como es el caso del *Estuche para vaso de cristal en forma de águila* (O-3368), realizado en cinco partes. Los estuches para vasos con tapas o elementos independientes están compartimentados para albergar las partes por separado. Para cerrar los estuches se emplearon cierres metálicos en forma de garfios, y en determinados casos se articularon mediante bisagras.

Los estuches constan de un alma de madera que se adapta a la figura del vaso y que aporta rigidez al conjunto; puede ser un bloque tallado con la forma de la pieza, pero lo más frecuente es la combinación de piezas de diferentes tamaños colocadas en paralelo siguiendo la forma sinuosa de los vasos. Estas se sujetan con cola de carpintero o proteínica —gruesa y espesa— y en muchos casos se entremezclan con papel y esparto para reforzar las uniones (fig. 10).

El exterior de los estuches se forraba con piel o telas ricas. En los de piel, que son la mayoría, se utilizó la de caprino teñida de rojo. En el resto encontramos gran diversidad de materiales, desde sedas y brocados con entorchados de plata hasta pieles curiosas, como la del *Estuche para copa de pie cuadrado de jaspe con camafeos* (O-3007), fabricado en piel de pez.

Los interiores estaban forrados para amortiguar la superficie y evitar desgastes o rozaduras en las obras. Algunos estuches estaban mullidos, bajo la tela, con algodón, estopa o lino. El forro más utilizado fue el de tafetán de lana, con lado afieltrado, más suave, en contacto con la pieza. En cuanto al color, la mayoría estaban teñidos en rojo, obtenido de la cochinilla americana, pero también encontramos azules realizados con índigo. Asimismo empleaban variedad de telas, entre las que destacan las sedas y los terciopelos de seda de diferentes colores³⁰.

La elección de las telas y los colores no fue aleatoria, se buscaba contraste y luminosidad para resaltar el color y el brillo de la pieza al abrir el estuche. Algunos ejemplos son el estuche de la *Taza de lapislázuli con dragones y niño* (O-2), forrado con un suave terciopelo de color teja que contrasta con el azul profundo del lapislázuli; el del *Barco de la tortuga* (O-3034), con un terciopelo verde esmeralda intenso que atraviesa el magnífico cuarzo hialino del vaso; o las sedas crudas y

luminosas sobre las que descansan los vasos traslúcidos de ágata.

Restauración

El estado de conservación de los estuches reflejaba el prolongado tiempo que estuvieron almacenados, acumulando suciedad y polvo, algunos con manchas de humedad y barro y maderas descoladas. Las pieles y las telas presentaban pérdidas, desgastes y rozaduras, además de zonas levantadas y desprendidas.

Mediante brochas suaves y algodón húmedo se retiró suavemente la suciedad superficial. En numerosos casos, tras esta limpieza aparecía el cuero en perfecto estado, con su lustre y brillo original, mostrando una superficie espléndida. En los casos de los cueros muy deteriorados, debido a manchas o a las escorrentías de agua y barro, se realizó la misma limpieza, pero de forma más suave aún y superficial, pues el cuero se encontraba frágil y quebradizo³¹. Se valoró la posibilidad de aplicar tratamientos para regenerar la plasticidad de la piel, como ceras, aceites o flexibilizantes, pero se descartó ya que son procesos absolutamente irreversibles. Además, estos productos se oxidan y envejecen con el paso del tiempo y generan nuevos problemas para la conservación del cuero, aparte de que modifican el brillo y el color original de las pieles³².

La madera y las colas proteínicas se conservaban en buen estado, sin embargo, debido al uso, muchas estructuras estaban sueltas, descoladas o fracturadas y las pieles, desprendidas y deformadas. Se unieron utilizando adhesivos proteínicos compatibles con los originales.

El estado de los forros era muy desigual. Los más deteriorados eran los de lana, porque habían padecido, en mayor o menor medida, algún ataque de agentes biológicos, en el que los insectos devoraron gran parte del tejido, sobre todo del fieltro de la parte exterior, del que apenas quedan restos, y del tafetán interior, del que se conserva más. Se certificó que en la actualidad no existía ningún ataque activo.

Las sedas presentaban mejor estado de conservación. Esto se debe, por un lado, a que no han sufrido ataques de agentes biológicos y, por otro, a la falta de luz solar en el interior de los estuches. Los rayos ultravioletas producen fracturas en las cadenas proteínicas de la seda, con su consiguiente deterioro. Los estuches se almacenaron cerrados, por lo que las sedas interiores se han conservado en ambientes estables y han



10. Interior del *Estuche para urna con dos picos y busto de mujer* (O-3049)

Debido a un ataque de agentes biológicos, el estuche perdió la mayor parte del forro, lo que permite apreciar que este se realizó con piezas de madera adheridas por colas proteínicas; en los laterales, se distinguen las capas de madera, colas y cuero; y en el centro, la flecha señala un hueco en el que se pueden ver las costillas utilizadas para fabricar la forma cuenca.

mantenido los colores originales; en estos casos, el buen estado del tejido exponía con claridad las marcas dejadas por el roce de las piezas. Los daños que mostraban se debían a desgarros, suciedad y manchas.

Las limpiezas de los interiores de los estuches se realizaron con brochas y con microaspirados, a través de rejillas, para evitar aspirar el más mínimo resto de tejido. Algunas pequeñas manchas se retiraron puntualmente con agua destilada.

Tras la restauración, la conservación de estas obras se basa en el control ambiental —con una humedad relativa (HR) y una temperatura estable— y en una baja radiación lumínica. En dichas condiciones, estos materiales orgánicos se mantienen sin necesidad de aplicar productos o protecciones, que siempre son irreversibles y que con su envejecimiento y oxidación exigirían futuras intervenciones.

La gran variedad de piezas que componen el Tesoro del Delfín, así como la heterogeneidad de materiales que lo constituyen, requieren un sistema de exposición específico que permita al visitante apreciar el conjunto de la colección, disfrutando también de los pequeños detalles individuales. Para el nuevo espacio expositivo circular se ha diseñado ex profeso una vitrina curva de cuarenta metros y once exentas, en las que se han colocado las obras a la menor distancia posible del espectador³³.

Desde el punto de vista de la conservación preventiva³⁴, se exigieron cinco niveles fundamentales: limpieza del aire, temperatura y HR estables, control lumínico, estructuras sólidas y fácil acceso a las piezas.

Para obtener unos niveles adecuados de aire, normalmente se utilizan vitrinas estancas que requieren un complejo sistema de ventilación, pero esto era difícil de implementar en el caso de la vitrina curva. En el diseño del nuevo espacio se ha desarrollado un sistema específico que se caracteriza porque considera toda la sala como una gran vitrina. El aire que entra en la zona de público de la sala, ya filtrado en la maquinaria de climatización del museo, se enrarece someramente por la presencia de los visitantes antes de introducirse por la parte inferior de las vitrinas, donde un ventilador lo impulsa al interior para atravesar un segundo sistema de filtrado; una vez dentro se produce una circulación ascendente hasta que sale de nuevo a la sala. Cada media hora se renueva completamente el aire de las vitrinas, las cuales no son estancas, pero la sobrepresión interior que produce la entrada de aire impide que pueda entrar polvo de la sala³⁵ (fig. 11).

Al considerar toda la sala como una única vitrina fue importante evitar la emisión de COV de los materiales constructivos, ya que son muy reactivos y pueden afectar a la conservación de la colección. Estos gases los emiten de manera natural muchos materiales, por eso para la nueva instalación se testaron todos los componentes, tanto de la estancia como de las vitrinas, para garantizar que eran inertes³⁶. Los únicos objetos emisores en la sala son los estuches, que se encuentran dentro de las vitrinas, pues el cuero emite compuestos de azufre y la madera, ácidos. Debido a la antigüedad de estas obras, las emisiones son débiles, pero el problema sería

su acumulación. La importancia de la ventilación en ambientes estancos reside en que la emisión, por lenta que sea, se va concentrando paulatinamente hasta alcanzar niveles que podrían afectar a los materiales sensibles, en este caso los metales y los esmaltes.

El polvo, además de generar problemas de suciedad superficial, aumenta la necesidad de manipular las obras, pues es preciso retirarlo periódicamente. En el transcurso de los traslados, aunque se tomen todas las precauciones posibles, es cuando existe el mayor riesgo de accidentes, por lo que, evidentemente, cuanto menos se manipule una obra, a menos peligros se expone. La limpieza del aire permite espaciar estas intervenciones en el tiempo³⁷.

Las fluctuaciones de HR y de temperatura afectan, por un lado, a la estabilidad de los esmaltes y los metales, porque una HR alta facilita los procesos de oxidación, y, por otro, a los materiales orgánicos, ya que las oscilaciones producen dilataciones y contracciones que fatigan los materiales. Es importante que ambos factores se mantengan constantes y estables. La sala del Tesoro comparte los mismos parámetros de climatización que el resto del museo: una temperatura de 21 °C y 50 % de HR³⁸.

Para tener una buena visión de las piezas es adecuado utilizar una luz difusa que permita apreciar los relieves sin que aparezcan brillos puntuales. El nivel de iluminación interior de las vitrinas se ha establecido en un máximo de 400 luxes, exceptuando las de los materiales orgánicos y textiles, cuyo máximo es de 50. Dado que la degradación causada por los rayos UV es acumulativa, las vitrinas cuentan con un sistema de sensores de movimiento que encienden los focos cuando detectan a un visitante³⁹.

Una de las características de la colección de vasos ricos es su fragilidad. Las medidas de seguridad que se tomaron durante su restauración e instalación en la nueva sala se podrían considerar sobredimensionadas, pero fueron necesarias para evitar accidentes. Las mismas exigencias se trasladaron a las vitrinas. Las puertas de vidrio se abren completamente, lo que facilita el acceso a las obras para su manipulación, sin obstáculos intermedios. Para evitar movimientos, impactos o vibraciones que pudieran afectar a las piezas, las vitrinas constan de dos partes independientes: una estructura interior metálica — formada por la trasera y las baldas donde se ubican las piezas — anclada a la



ii. Vitrina del Tesoro del Delfín.

En la parte superior de la vitrina se encuentra el sistema de iluminación, al que se accede desde arriba; y en el cajón del zócalo, el sistema de filtrado de aire.

pared con fijaciones que evitan la transmisión de las vibraciones del edificio⁴⁰; y una exterior —sin contacto con la interior— que la protege de posibles impactos. Además, esta alberga los sistemas de iluminación y climatización, que cuentan con un acceso independiente, por lo que para su mantenimiento no es necesario acceder al volumen expositivo. Por último, cada pieza del Tesoro está sujeta mediante un sistema de garras específico, que evita su movimiento en el caso de fuertes impactos o movimientos sísmicos.

El nuevo sistema expositivo es fundamental para la conservación de la colección de vasos ricos. Tras la completa restauración del conjunto, siguiendo criterios de mínima intervención, era necesario albergarlo en un ambiente estable y adecuado para el cuidado de los diferentes materiales constitutivos de estas obras, minimizando además las manipulaciones o intervenciones para su protección y salvaguarda.

ELENA ARIAS es restauradora especializada en Arqueología. Comenzó su carrera profesional en la empresa privada. Desde 2004 trabaja en el Departamento de Restauración del Museo Nacional del Prado como especialista en artes decorativas y metales. Entre sus proyectos destacan las investigaciones sobre técnicas y fundiciones renacentistas, así como la colección de miniaturas del museo y, más recientemente, la restauración del Tesoro del Delfín.

elena.arias@museodelprado.es

FECHAS DE RECEPCIÓN Y ACEPTACIÓN: 4-10-2021/24-04-2023

RESUMEN: En 2018 se inauguró la nueva sala que alberga el Tesoro del Delfín en el Museo del Prado. Durante los cuatro años previos, se restauró la colección de los vasos junto con sus estuches originales. Al mismo tiempo, y de manera conjunta con otros departamentos, se realizó el estudio técnico de todos los materiales con los que están realizados los vasos ricos, cuyos resultados sirvieron tanto para determinar los tratamientos de restauración adecuados en cada caso como para profundizar en la historia del conjunto. En el proyecto de la sala, el Departamento de Restauración también formó parte del equipo que diseñó la vitrina y el nuevo espacio expositivo, aportando los requerimientos desde el punto de vista de la conservación preventiva de la colección expuesta.

PALABRAS CLAVE: Museo del Prado; Tesoro del Delfín; esmaltes; orfebrería; restauración; cristal de roca; cuarzo; oro; estuches

SUMMARY: The year 2018 saw the inauguration of the new room housing the Dauphin's Treasure in the Prado Museum. During the four previous years, the collection of vessels was restored along with their original cases. At the same time, together with other departments, an in-depth technical study of all the materials was carried out, and the results were used both to determine the restoration treatments for each case and to delve deeper into the history of the collection. In the project of the hall, the Restoration Department also formed part of the team that designed the display case and the new exhibition space, providing the requirements from the point of view of the preventive conservation of the collection.

KEYWORDS: Prado Museum; Dauphin's Treasure; enamels; goldsmithing; conservation; rock crystal; quartz; gold; cases

¹ Arbeteta 2001, pp. 28-29; Arbeteta 2006.

² Para obtener más información sobre este tipo de colecciones, véase la exhaustiva bibliografía recogida en Arbeteta 2001.

³ Restauración realizada en los Talleres de Restauración del Museo Nacional del Prado, por Elena Arias y Ana Palacio.

⁴ *Proyecto COREMANS* 2015; Macarrón, Calvo y Gil 2019; Barrio 2021.

⁵ Arbeteta y Azcue 2018.

⁶ Tortajada 2019-21.

⁷ El análisis de las masillas blancas mostró que estaban compuestas de arcilla blanca con aceite, un compuesto duro y resistente, además de muy estable cromáticamente.

⁸ Las piezas de la colección han tenido numerosas intervenciones. En muchos casos se ha tratado de adaptaciones de orfebrería debidas a los cambios de modas y gustos; en otros, de reparaciones de las que no queda constancia. Algunas intervenciones reconocidas son las realizadas en París tras el saqueo de 1813 (Arbeteta 2001, p. 31); la del «joven platero» Pedro Zaldós en 1866 (Arbeteta 2001, p. 33) y la llevada a cabo desde septiembre de 1982 hasta octubre de 1983 por el Instituto de Conservación y Restauración de Bienes Culturales (ICRBC), con informes de restauración de cada pieza (Angulo 1989, p. 243).

⁹ Anteriormente se utilizaba tricloroetileno para retirar la resina epoxi, pero en la actualidad su uso está absolutamente prohibido debido a su toxicidad (Angulo 1989, p. 248). En su lugar se ha optado por dimetil formamida, que, aunque actúa más lentamente, consigue resultados similares; también requiere tomar medidas de seguridad, ya que no es inocuo. Véase <https://www.ge-iic.com/fichas-tecnicas/disolventes/dimetil-formamida-dmf/> (último acceso agosto de 2023).

¹⁰ Se ha utilizado HXTAL-NYL 1, una resina epoxídica con alta estabilidad cromática y un índice de refracción similar al del vidrio.

¹¹ Los análisis de los metales y aleaciones fueron realizados por Laura Alba, del Gabinete de Documentación Técnica y Laboratorio del Museo Nacional del Prado, e Ignacio Montero, del CSIC, mediante espectrometría de fluorescencia de RX.

¹² Selwyn 2004, p. 73.

¹³ Para los procesos de dorado, véase Cellini 1989, p. 48; y, aunque se refiera al siglo XVIII, Chapman 1994.

¹⁴ La soldadura blanda es una aleación de plomo y estaño.

¹⁵ La *Copa de sardónica con cabeza de águila* (O-43) presentaba una soldadura blanda, fracturada, en la cinta frontal que baja desde la cabeza del águila. Se retiró de forma mecánica y se realizó la unión por detrás mediante una tira de malla acrílica y resina epoxi.

¹⁶ Lafuente 2011.

¹⁷ Volfovsky 2001, p. 40; Selwyn 2004, p. 19.

¹⁸ En la última intervención de 1989 toda la orfebrería se protegió con metacrilato de polimetilo. Angulo 1989, p. 248.

¹⁹ Selwitz 1988; véase también <https://www.ge-iic.com/fichas-tecnicas/proteccion-temporal-oxigeno/> (último acceso agosto de 2023).

²⁰ Sobre sistemas y montajes de orfebrería de piezas similares a las del Tesoro del Delfín, véase Stone 1997.

²¹ El vidrio se compone de sílice (SiO₂), su temperatura de fusión oscila entre 1.600-1.713 °C. Para poder trabajarlo se añaden como fundente sales alcalinas, óxidos de sodio (Na₂O) o potasio (K₂O), que reduce la temperatura de fusión a 800 °C. Y, como estabilizante, óxido de calcio (CaO), un medio alcalino. Koob 2006, p. 11.

²² Vitiello 1989, p. 433.

²³ Cellini 1989, p. 48.

²⁴ Fernández Navarro 2000; Koob 2006, p. 117.

²⁵ Para conocer más sobre el uso de este disolvente en labores de restauración y las precauciones que requiere, véase <https://www.ge-iic.com/fichas-tecnicas/disolventes/dimetilsulfoxido-dms> (último acceso agosto de 2023).

²⁶ Los estuches O-3367, O-3368, O-3369, O-3371, O-3372, O-3373 y O-3375 presentaban intervenciones anteriores.

²⁷ Arbeteta 2001, p. 31.

²⁸ Para la historia y clasificación de los estuches, así como para sus técnicas decorativas y materiales, véase Arbeteta 2001, p. 85.

²⁹ El vaso *Copa de ágata con un asa* (O-14) llevaba un pomo ensamblado en la tapa que no le correspondía y que no encajaba en el estuche. Tras el estudio de Letizia Arbeteta, en la restauración de 2017 se retiró el pomo, que actualmente tiene el número de inventario O-3487. Arbeteta 2001, p. 328.

³⁰ Todos los materiales mencionados que componen los estuches fueron analizados por María Dolores Gayo y Maite Jover, del Gabinete de Documentación Técnica y Laboratorio del Museo Nacional del Prado.

³¹ Como ejemplo, el estuche O-3065 presentaba un deterioro muy avanzado, con marcas de agua y manchas de barro. La piel se encontraba reseca, frágil y llena de polvo y tierra, por lo que la limpieza se limitó a rodar un hisopo húmedo por la superficie para recuperar el color y la decoración dorada.

³² Sobre la restauración de dos estuches de piel y los problemas generados por el recubrimiento de ceras, véase Ljubic y Dovgan 2021, p. 54.

³³ Proyecto realizado por una Unión Temporal de Empresas: Ypunto Ending S. L. y Jesús

Moreno y Asociados, Espacio y Comunicación, S. L.

- ³⁴ Sobre conservación preventiva, véase Sanz y Hernández 2021, p. 340.
- ³⁵ El sistema de filtrado se encuentra en el zócalo de la vitrina, con un sistema de ventilación forzada y limpieza de aire. Se compone de un filtro de polarización y uno de carbón activado.
- ³⁶ Se realizaron análisis (Oddly Test) y mediciones sobre todos los materiales utilizados en

la construcción de la sala y la vitrina; así como de los compuestos orgánicos volátiles (COV), de los óxidos de nitrógeno (NOx) y del ozono (O₃).

- ³⁷ Desde la inauguración de la sala en 2018, no ha sido necesario intervenir el interior de las vitrinas ya que se mantienen sin polvo.
- ³⁸ Mediante la instalación de Datalogger sincronizados tanto en el interior como en el exterior de las vitrinas, se realizaron pruebas para comprobar que los sistemas de filtrado

y los equipos de iluminación del interior no afectaban a las condiciones de HR y a la temperatura.

- ³⁹ En las vitrinas se superponen dos sistemas de iluminación que utilizan tecnología LED (Light-Emitting Diode): baños generales y luces de acento.
- ⁴⁰ El sistema de amortiguación está compuesto por goma Sorbothane y tacos de goma Silent-block.

BIBLIOGRAFÍA

- ANGULO 1989. Diego Angulo Íñiguez, *Catálogo de las alhajas del Delfín*. Madrid, 1989.
- ARBETETA 2001. Letizia Arbeteta Mira, *El Tesoro del Delfín. Alhajas de Felipe V recibidas por herencia de su padre Luis, Gran Delfín de Francia. Catálogo razonado*. Madrid, 2001.
- ARBETETA 2006. Letizia Arbeteta Mira, «De laca y oro: diez piezas extraviadas del “Tesoro del Delfín”», *Boletín del Museo del Prado*, 24, 42 (2006), pp. 32-38.
- ARBETETA y AZCUE 2018. Letizia Arbeteta Mira y Leticia Azcue Brea, *El Tesoro del Delfín*. Madrid, 2018.
- BARRIO 2021. Joaquín Barrio Martín (coord.), *Conservación y restauración de materiales metálicos*. Madrid, 2021.
- CELLINI 1989. Benvenuto Cellini, *Tratados de orfebrería, escultura, dibujo y arquitectura*, trad. de Juan Calatrava Escolar. Madrid, 1989.
- CHAPMAN 1994. Martin Chapman, «Techniques of Mercury Gilding in the Eighteenth Century», en David A. Scott, Jerry Podany y Brian B. Considine (eds.), *Ancient and Historic Metals. Conservation and Scientific Research*. Los Ángeles, 1994, pp. 229-38.
- FERNÁNDEZ NAVARRO 2000. José María Fernández Navarro, «Causas del deterioro físico y químico de los vidrios históricos», en José María Fernández Navarro y Paloma Pastor Rey de Viñas (eds.), *Jornadas nacionales sobre restauración y conservación de vidrios: La Granja de San Ildefonso, 30 de septiembre-2 de octubre de 1999*. La Granja, 2000, pp. 17-37.
- KOOB 2006. Stephen P. Koob, *Conservation and Care of Glass Objects*. Londres/Corning (Nueva York), 2006.
- LAFUENTE 2011. Diana Lafuente Fernández, «Conservación preventiva del patrimonio cultural metálico en museos. Estudio de la presencia de ácidos orgánicos mediante captadores pasivos: la aplicación de técnicas de análisis», *Estrat. Crític. Revista d'Arqueologia*, 5, 3 (2011), pp. 69-81.
- LJUBIC y DOVGAN 2021. Valentina Ljubic Tobisch y Luba Dovgan Nurse, «Two leather-covered cases attributed to the Nuremberg goldsmith Peter Kuster, c. 1550», *Portal*, 12 (2021), pp. 43-60.
- MACARRÓN, CALVO y GIL 2019. Ana Macarrón Miguel, Ana Calvo Manuel y Rita Gil Macarrón, *Criterios y normativas en la conservación y restauración del Patrimonio Cultural y Natural*. Madrid, 2019.
- PROYECTO COREMANS 2015. *Proyecto COREMANS. Criterios de intervención en materiales metálicos* (disponible en línea; último acceso agosto de 2023).
- SANZ y HERNÁNDEZ 2021. Estrella Sanz Domínguez y Marta Hernández Azcutia, «Consejos básicos para sobrevivir a la elaboración de un Plan de Protección de Colecciones ante Emergencias: la experiencia práctica del Museo Nacional del Prado», *Ge-Conservación*, 19 (2021), pp. 339-49, <https://doi.org/10.37558/gec.v19i1.1004>.
- SELWITZ 1988. Charles M. Selwitz, *Cellulose Nitrate in Conservation*. Marina del Rey (California), 1988.
- SELWYN 2004. Lyndsie Selwyn, *Metals and Corrosion. A Handbook for the Conservation Professional*. Ottawa, 2004.
- STONE 1997. Richard E. Stone, «A Noble Imposture: The Fonthill Ewer and Early-Nineteenth-Century Fakes», *Metropolitan Museum Journal*, 32 (1997), pp. 175-206, doi: <https://doi.org/10.2307/1512998>.
- TORTAJADA 2019-21. Sonia Tortajada Hernando, «Sobre la identificación de materiales pétreos en el Tesoro del Delfín», *Boletín del Museo del Prado*, 37, 55-57 (2019-21), pp. 53-68.
- VITIELLO 1989. Luigi Vitiello, *Orfebrería moderna. Técnica-práctica*. Barcelona, 1989.
- VOLFOVSKY 2001. Claude Volfovsky (ed.), *La conservation des métaux*. París, 2001.